Aula

15

ECOSSISTEMAS AGRÍCOLAS E URBANOS

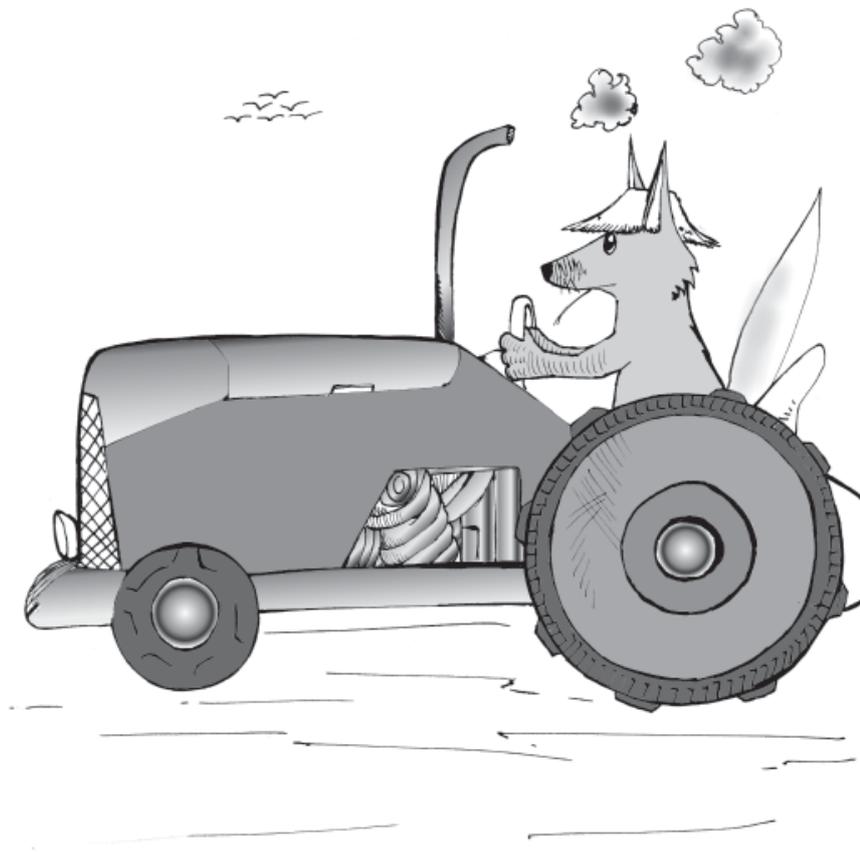
META

Apresentar o agrossistema explicado por meio de modelo de fluxo de energia, materiais e fluxo monetário. Introduzir o metabolismo urbano e suas relações com sistemas agrícolas.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
listar as diferenças entre práticas agrícolas intensivas de alta energia e práticas agrícolas de baixa energia e identificar os fatores internos limitantes da produção e administração efetiva do sistema agrossistema; e
listar os componente de um ecossistema urbano e traçar o fluxo de energia dentro de uma cidade identificando o metabolismo consumidor das cidades

PRÉ-REQUISITOS

O aluno deverá revisar os assuntos relativos ao metabolismo do ecossistema; produtividade dos ecossistemas e os ecossistemas marinhos.

INTRODUÇÃO

Olá, caro aluno! Chegamos ao nosso último encontro, e para encerrarmos nossa disciplina, na aula de hoje veremos os ecossistemas agrícolas e urbanos. Estes sistemas evoluíram com a história do homem. Desde a domesticação das espécies nativas e sedentarização fez com que o homem vivesse em comunidades e estas cresceram. O domínio sobre as outras espécies e os avanços tecnológicos fez com o homem controlasse o crescimento e o desaparecimento de habitats. Todos os sistemas controlados são consumidores de energia e apresentam um metabolismo próprio. Como controlar os fluxos de energia e de materiais sem perda é perspectiva que vamos analisar.

Vamos lá!

Homem com arado (Fonte: http://wwwgeoya.com).

SISTEMAS AGRÍCOLAS

Os sistemas agrícolas são a principal fonte mundial de alimentos para a população. Estes sistemas, algumas vezes chamados agrossistemas, normalmente consistem de várias partes e processos. Incluem: uma área de cultivo (com solos formados por processos geológicos e ecológicos prévios), produção e equipamentos para semeação e colheita, limpeza do terreno e safra. É necessário um mercado para comprar a produção e promover o dinheiro para a aquisição de combustíveis, fertilizantes, mercadorias e serviços que mantêm funcionando o sistema.

PASTAGENS: UM SISTEMA DE PASTOREIO MILENAR

Na figura 1.1 se mostra como opera o sistema de pastoreio. A fonte de energia renovável necessária para o sistema é o sol, o vento e a chuva. O fertilizante é acrescentado.

O pasto (gramíneas) e leguminosas (por exemplo, um trevo, stilosantes, feijão, amendoim) são utilizados consorciados para adubar a terra ou para o consumo direto do gado e a produção de feno. Nas regiões onde o clima é rigoroso, a produção do feno tem por objetivo armazenar alimento tanto para o inverno quanto para períodos de seca. Os bens e serviços se usam em todos os processos da fazenda. Mostra-se o gado em todos seus ciclos de reprodução e procriação. Mostra-se também o rendimento.

À direita do diagrama estão os fluxos de energia do processo econômico, no que circula dinheiro. As aplicações de equipamento, trabalho, fertilizantes, pesticidas, blocos de sal, etc., se pagam com o dinheiro obtido com a venda do gado. Pode-se ver o dinheiro das vendas indo ao depósito de dinheiro do fazendeiro e a partir daí sendo aplicado. (Veja o símbolo de transação monetária).

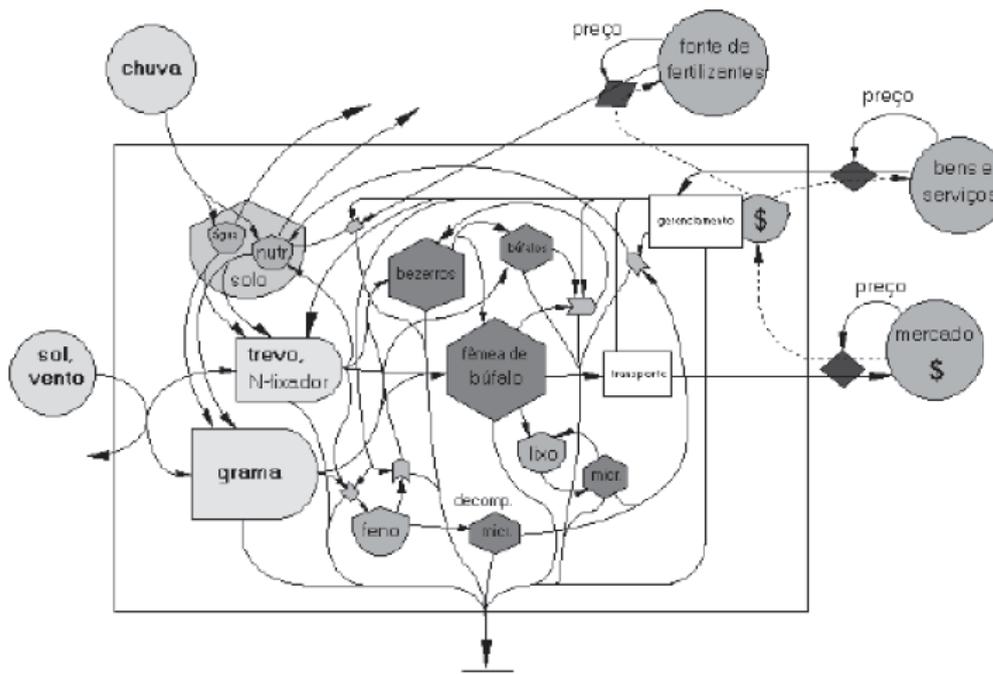



Figura 1.1 Diagrama de um sistema de pastos (#).

O que é necessário uma administração efetiva das terras de pastoreio para produzir o maior número de gado saudável no menor tempo possível? Dois fatores limitantes particulares requerem uma administração cuidadosa: (1) quando os níveis de nutrientes de muitas terras são baixos, especialmente

os níveis de nitratos e fosfatos; e (2) e quanto os pastos não crescem na mesma proporção ao longo de todo o ano. Isto significa que a capacidade de pastoreio varia temporariamente. A capacidade de abastecimento se refere à quantidade de gado que uma pastagem pode suportar com todos os animais relativamente saudáveis e o pastoreio proporciona quantidade suficiente de alimento. (Figura 1.2).

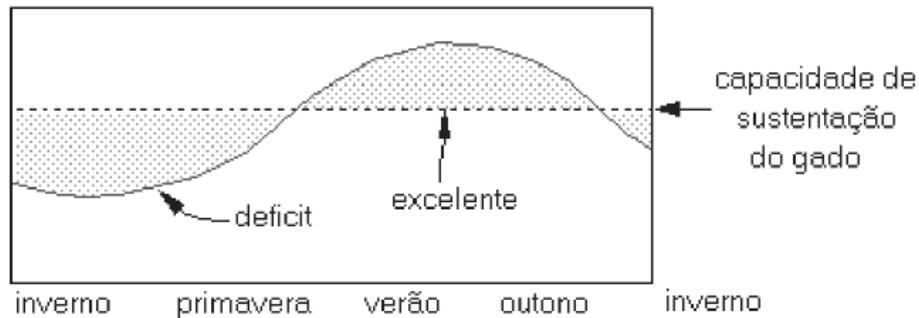



Figura 1.2 Padrão estacional de pasto e produção de gado em climas com chuvas de verão. O excedente de verão é usado como forragem de gado no inverno.

Alguns fosfatos provêm da água da chuva, e o fosfato adicional da aplicação de fertilizante com superfosfato (que é fabricado com fosfato de rocha). Os níveis de nitrato se suplementam com fertilizante de nitrogênio e pelo crescimento de trevos fixadores de nitrogênio nos pastos. Em algumas áreas, traços dos elementos cobalto e molibdênio devem ser adicionados para prevenir enfermidades nutricionais do gado.

Um exemplo periódico de crescimento do pasto, em muitas áreas de produção de gado, se mostra na figura 1.2. A produção de pasto é limitada no inverno por causa das baixas temperaturas. Os fazendeiros são capazes de aumentar seu rebanho (gado, ovinos e caprinos) mais do que a produção normal de pasto pode suportar, o excedente da colheita de pasto, (verão e outono). Um dos problemas no agrossistema é o uso excessivo da água nas áreas de irrigação em épocas secas. Cada prática administrativa, como a adição de fertilizantes e a colheita de feno, é altamente mecanizada e requerem combustíveis.

Como o custo de energia de combustíveis fósseis aumenta, alguns fazendeiros estão vendo que é mais econômico empregar uma estratégia de administração de baixa energia. Isto inclui acabar com a produção de feno, quase por completo, e aumentar a quantidade de gado quanto puder suportar a capacidade de sustentação natural do pasto. Os níveis de nutrientes do solo e níveis de alimentação no inverno são monitorados cuidadosamente. Desta maneira, o gado recebe somente uma dieta de sobrevivência durante o inverno. O rendimento com esta estratégia é mais baixo, todavia, a inversão na produção é também mais baixa. Esta inversão se refere ao tempo, esforço ou dinheiro utilizado para ganhar futuros benefícios lucrativos. O retorno

financeiro pode ser o mesmo ou maior que na estratégia de administração de alta energia. A administração de baixa energia requer mais mão-de-obra.

AGRICULTURA AUTO-SUFICIENTE: AGRO-ECOSSISTEMA

A figura 1.3 é um modelo de agro-ecossistema familiar, muitas vezes interpretada erroneamente como agroecologia, podemos fazer comparações porque o agro-ecossistema é menos complexo e neste sentido mostra apenas que é mais auto-suficiente que o sistema de pastoreio de gado (Figura 1.1). A fazenda mostrada no diagrama recebeu um prêmio pelo alto grau de auto suficiência, comparável à fazenda dos colonizadores pioneiros. Todavia, ela necessita de uma grande aplicação de energia e bens da economia principal. A economia de sobrevivência na sociedade atual provavelmente requer que se realizem algumas compras externas.

Existem duas notáveis diferenças entre o agrossistema da família Taylor (Figura 1.3) e o sistema de pastagem do gado. (1) A fazenda da família Taylor é muito diversificada (com muitas colheitas e espécies diferentes de gado) e (2) as únicas compras feitas da economia principal são equipamentos e algum alimento para porcos. Não há necessidade de fertilizantes já que o esterco do gado é reciclado como adubo. Os Taylor não usam tratores, em seu lugar contam com bois para o cultivo e arado. Usam máquinas simples e econômicas que consomem pouco combustível fóssil. Sua fazenda produz quase toda comida necessária para a família de quatro pessoas que vivem nela. Eles exportam alimento suficiente para ser consumido por quase 16 pessoas e usam o dinheiro obtido para adquirir algumas mercadorias fora e pagar a hipoteca e os impostos do uso de sua terra. O modelo da fazenda de Taylor poderia ser comum no futuro, quando a energia se fizer cada vez mais escassa.

No passado, as fazendas industriais aumentaram muito em tamanho e requereram uma aplicação alta de energia empregando poucos trabalhadores. As fazendas no futuro poderiam ser mais diversificadas e utilizar maior quantidade de pessoas; os habitantes produziriam principalmente para satisfazer suas próprias necessidades e exportar alguns produtos para obter dinheiro.

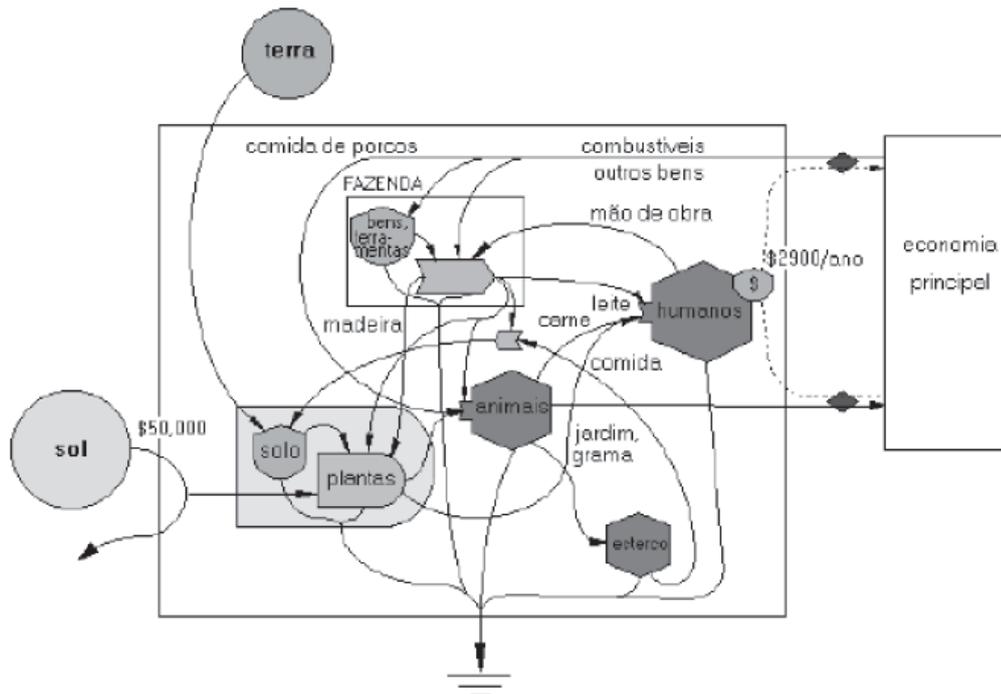



Figura 1.3 Diagrama da granja Taylor, um agro-ecossistema de relativa auto-suficiência (Burnett, 1978) #

SISTEMAS URBANOS

Usualmente não se pensa que as cidades sejam ecossistemas, porém para o ponto de vista da teoria de sistemas, as cidades apresentam muitas características que se observam em outros ecossistemas como florestas e pradarias; unicamente a intensidade de atividades é que é muito maior.

As cidades apresentam muitas características dos ecossistemas naturais, por exemplo: produção, consumo, concentração de energia, decomposição e ciclo de materiais. Além disso, o consumo de bens, energia e matérias primas são muito maiores nas cidades, enquanto que a produção de alimentos e fibras é mais encontrada nas áreas rurais vizinhas. A produção industrial de bens de consumo ocorre, de forma centralizada, em áreas urbanas.

DESENVOLVIMENTO URBANO.

O desenvolvimento de áreas urbanas é similar em todo o mundo. Na antiguidade, as cidades eram pequenos povoados rodeados por terras para agricultura. O diagrama na figura 1.4 mostra a relação entre áreas agrícolas e um povoado. O alimento e outros produtos de terras vizinhas são levados à cidade e esta abastece ferramentas e bens manufaturados para as fazendas.

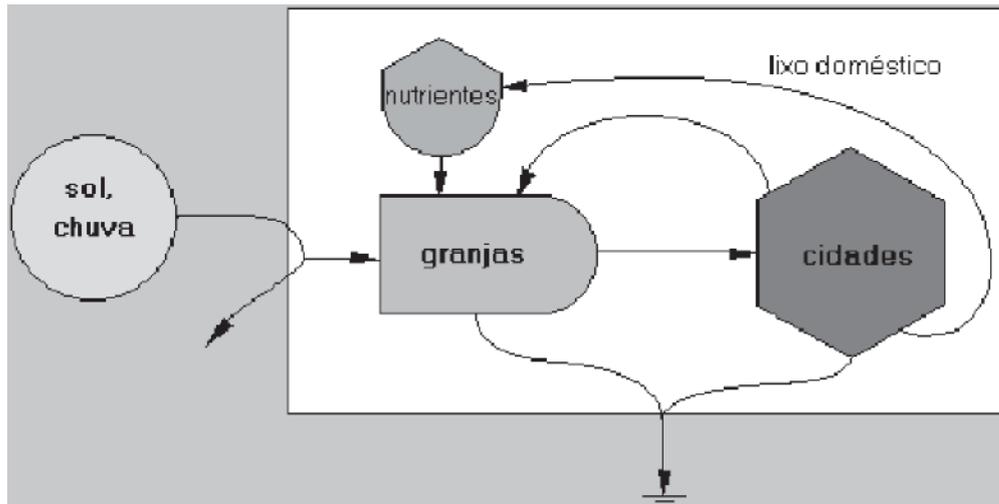



Figura 1.4 Diagrama da relação entre cidades e áreas de suporte (#).

Antigamente as cidades eram pequenas e dependiam das terras agrícolas dos arredores para se abastecerem de alimentos. O lixo era reciclado para prover nutrientes para a agricultura.

Observe no diagrama a trajetória dos resíduos que são reciclados das cidades aos campos de cultivo. Em muitas culturas, em todo o mundo, os agricultores recolhiam os resíduos das cidades durante a noite. Este procedimento era muito importante no passado, antes da disponibilidade de fertilizantes. Operando dessa forma, granjas e cidades compunham um ciclo fechado e os nutrientes eram reciclados para manter a produtividade das terras. Com a chegada dos fertilizantes esta prática tem sido abandonada.

Com o aumento da população e o uso de energia, as cidades cresceram e as terras vizinhas foram utilizadas para crescimento urbano. A reciclagem dos nutrientes no solo não continuou. Dois dos mais sérios problemas associados ao desenvolvimento urbano são: a perda de terras agrícolas, convertidas em ruas e construções, e a poluição dos rios, lagoas e lagos devido que neles se descarrega o lixo, em lugar de ser reciclado com propósitos produtivos.

OS SISTEMAS URBANOS

Localizadas em pontos estratégicos da região, para a convergência de bens, serviços e energia, são nas cidades de hoje onde a maioria da população vive. Antigamente, as cidades se localizavam próximas ao mar, onde facilidades portuárias poderiam ser desenvolvidas, ou nos cruzamentos das mais importantes rotas terrestres. Com o crescimento da população, as regiões vizinhas foram desenvolvendo-se, novos caminhos e pequenas populações foram construídas. Hoje, a área rural, rodovias e cidades são o resultado do modelo de crescimento das populações e do uso de energia.

A organização espacial das cidades é, algumas vezes, organizada em

hierarquias. A hierarquia é a organização de objetos ou elementos em uma série gradual. As cidades de uma determinada região parecem estar organizadas de forma que as menores dão suporte às maiores. Há muitas cidades pequenas espalhadas pela região, algumas de tamanho médio e apenas uma ou duas grandes. Na figura 1.5 é apresentado um mapa que mostra diferentes tamanhos de cidades, observe como o número de cidades pequenas, médias e grandes parece concordar com a idéia de hierarquia.

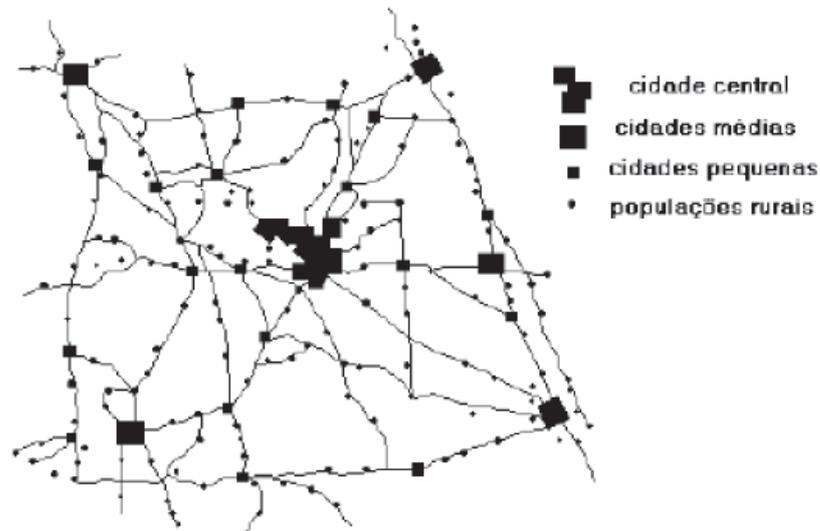



Figura 1.5. Mapa de uma região mostrando o tamanho e a localização de cidades (#).

Uma razão para a organização hierárquica das cidades em uma região é a distribuição de bens e serviços. As cidades maiores recebem e manufaturam bens, e atuam como pontos de distribuição. A variedade de bens e serviços que podem se encontrar nas grandes cidades se distribuem nas de tamanho médio, que por sua vez as distribuem para as menores.

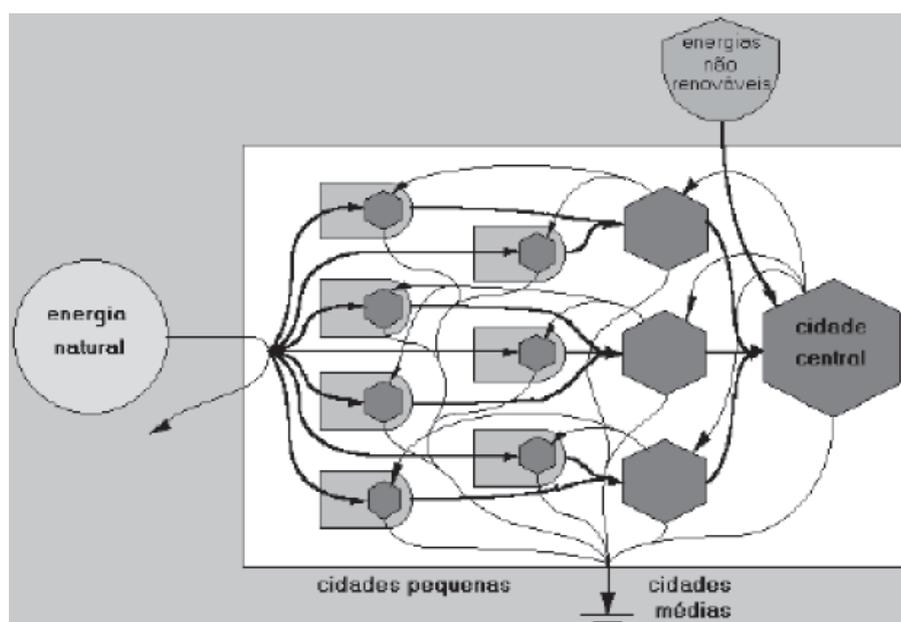



Figura 1.6 Diagrama da hierarquia das cidades em uma região (#).

Outra razão para a hierarquia das cidades é a convergência de energia. Na figura 1.6, a energia vai das pequenas populações rurais para as de tamanho médio e logo às grandes cidades. Em outras palavras, a hierarquia resulta da convergência de energia. Muitas populações pequenas sustentam uma cidade grande; exatamente como pequenos roedores e insetos sustentam uma ave de rapina. De fato, pode-se visualizar a organização hierárquica das cidades em uma região, como um ecossistema de rede alimentar. A retroalimentação das grandes cidades para as menores é o necessário intercâmbio de serviços, que ajudam ao controle da rede em sua totalidade.

Não só as cidades de uma região são organizadas em hierarquias, cada cidade em si é uma organização de hierarquia espacial. O centro da cidade é mais concentrado, tem grandes construções, maior densidade de pessoas, e grande fluxo de energia. Ao redor da área central há anéis que, à medida que se afastam, tem cada vez menor concentração de atividades. Há pontos de intensa atividade nesses anéis, como shoppings e parques industriais, mas são poucos e afastados. As ruas que se afastam do centro tornam-se menores e com menos tráfico. Freqüentemente, elas conectam pontos de intensa atividade com outros, e com o centro da cidade. Este arranjo se vê facilmente na noite, as luzes da cidade tomam a forma de uma estrela com o centro no vértice e as luzes das ruas principais como os braços.

A produção industrial de uma cidade se processa pelo setor comercial, alguns produtos são vendidos às pessoas que vivem na cidade, outros são consumidos no setor governamental, e alguns são exportados a outros mercados. As pessoas proporcionam o trabalho para a indústria, comércio e serviços estatais. Os diferentes departamentos do governo, como saúde, educação e polícia, têm influência controlada em outros setores da cidade; para pagar por esses serviços, o governo cobra impostos das pessoas, comércio e indústria. Todas as cidades possuem conexões com o governo estatal e federal. Além disso, recebem dinheiro arrecadado pelas cidades e governos locais, para programas como correios, modernização urbana, escolas comunitárias, tribunais, etc.

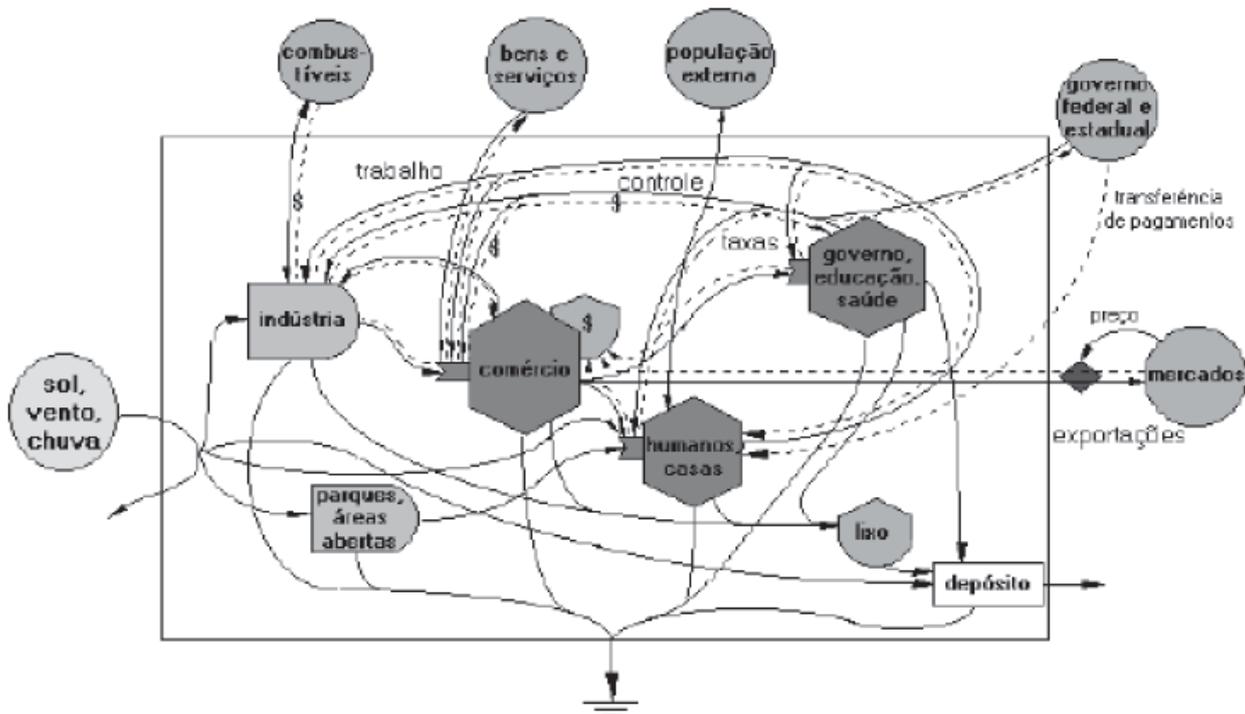



Figura 1.7 Diagrama de energia de uma cidade.(#)

Muitos dos recursos obtidos pela exportação de bens são usados para adquirir outros bens, serviços e combustível. O termo "circulação de dinheiro" se ouve freqüentemente e é exatamente isso o que o dinheiro faz: circula através da economia da cidade, uma e outra vez. Flui para dentro pela exportação de produtos e a contribuição de fontes estatais e federais, e flui para fora em forma de impostos e em forma de compras de bens, serviços e combustíveis.

As energias renováveis do sol, ventos e chuva (marés e ondas, se a cidade é costeira) são importantes para a indústria tanto como diretamente para a população. Todos nós apreciamos a vegetação e a vida selvagem nos parques e jardins de áreas residenciais, mas não somos conscientes de que estas energias renováveis fazem muito mais pela cidade. Os ventos afastam a fumaça industrial. A água dos rios, terras inundadas e marés são usadas para levar consigo os dejetos sólidos e líquidos de indústrias e casas. Nas cidades, as águas servidas são primeiro processadas em estações de tratamento e logo liberadas ao ambiente. Isto se mostra na figura 1.7, abaixo à direita, onde os dejetos armazenados são processados e liberados, deixando a cidade.

Outro fluxo que chega à cidade e que tem um grande efeito é o da migração de pessoas; muitas cidades têm tido um aumento na população. Este fluxo de entrada pressiona todas as partes da cidade: o governo deve prover maior proteção policial, caminhos, bibliotecas e escolas; áreas restantes de terra livre são usualmente pavimentadas ou se constroem casas ou parques. Para pagar pelos serviços adicionais requeridos pela crescente

população, o governo eleva os impostos, já que os que são arrecadados não conseguem acompanhar a demanda de serviços. Quando a cidade se torna muito grande, as pessoas começam a buscar outros lugares, mudam-se a procura de impostos mais baixos e uma "melhor qualidade de vida".

Como os combustíveis se tornam cada vez mais difíceis de encontrar, e mais caros, as pessoas começam a se mudar, primeiro para os subúrbios e depois para as zonas rurais. À medida que o orçamento da cidade decresce, os serviços diminuem e a cidade tende descentralizar-se. As pessoas que ficam poderiam ter jardins, seu próprio abono e ir de bicicleta ao trabalho. Haveria menos movimento e muito menos crime. Algumas indústrias já estão deixando o centro da cidade, se mudam para locais com mais energia natural, mais espaços abertos, construções mais baratas, e geralmente apresentam um melhor estilo de vida para seus empregados.

CONCLUSÃO

Os sistemas agrícolas e urbanos são os principais ecossistemas construídos pelo homem. A análise feita nesta aula é de chegar a uma perspectiva de que os dois sistemas obedecem aos princípios gerais dos sistemas ecológicos. Os produtores e consumidores são motivados e dependem do dinheiro para acelerar as traças energéticas e materiais produzidos. A base dos produtores está no consumo de combustível fóssil e essa é uma das questões importantes de nossa época. A viabilidade da produção versus o consumo de combustível fóssil, água combinando com a redução na emissão de dióxido de carbono produzido é um dos desafios prioritários. Os desafios atualmente estão na auto-suficiência dos sistemas agrícolas em substituição da agricultura intensiva por uma agricultura familiar ou mais agroecológica. Nos ecossistemas urbanos acredita-se numa reversão no metabolismo consumidor ainda para este século XXI, tornando as cidades menores mais auto-suficientes. Odum e colaboradores (1987) chamam esse momento de via por descenso, em que as sociedades buscarma redução no consumo de energia, reciclagem, e mudanças nos costumes.

RESUMO

Na aula de hoje, vimos os ecossistemas construídos e sistemas agrícolas e urbanos, e que os sistemas agrícolas, também chamados de agrossistemas, são a principal fonte de alimentos para a população. Vimos também como opera o sistema de pastoreio e um modelo de agro-ecossistema familiar (Agricultura auto-suficiente: agro-ecossistema). Continuamos nossa aula abordando sobre os sistemas urbanos e o desenvolvimento urbano. E vimos como funciona a organização espacial das cidades.

ATIVIDADES

1. Defina os seguintes termos:
a) Agro-ecossistema.
b) Agricultura de baixa energia.
c) Agricultura intensiva ou de alta energia.
d) Diversidade.
e) Aquisição de entrada.
f) Rotação da terra.
g) Fixador de nitrogênio ou fixação de nitrogênio.
h) Capacidade de sustentação.
i) Rendimento.
j) Investimento.
2. Defina:
a) Convergência.
b) Hierarquia.
c) Pagamentos de transferência.
d) Micro-clima.
e) Circulação de dinheiro.
f) Metabolismo urbano.
g) Poluição.
h) Substâncias tóxicas.

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Essas atividades têm como objetivo fazer com que o aluno construa o seu glossário ecológico a partir do texto. Uma sugestão: consulte o http://pt.wikipedia.org/wiki

3. Diga ao menos duas diferenças entre a prática da agricultura intensiva de alta energia e a prática da agricultura de baixa energia.
4. Quais são as três classes de produtos alimentícios agrícolas mais importantes do mundo? Dê exemplos de cada uma delas.
5. Quais são os fatores que determinam a localização de uma população cidade?
6. Descreva a hierarquia espacial de uma cidade dentro de uma região.

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Se você tiver alguma dúvida em responder essas questões, retorne ao texto e o releia atentamente, pois facilitará e lhe ajudará no desenvolvimento das atividades.

AGROSSITEMA E AGRO-ECOSSISTEMA

Há diferenças entre agrossistema para um agro-ecossistema. Este último é um sistema em que o ser humano atua como administrador (com base na agricultura familiar, observando as 5 dimensões para a sustentabilidade (Sachs, 2000) e consumidor. Em um ecossistema selvagem os animais atuam como consumidores e administradores. Os organismos selvagens espalham constantemente sementes e invadem o território dos agro-ecossistemas. Observe apenas que os fazendeiros não controlam os agro-ecossistemas com pesticidas, limpam a terra, aram e usam outros métodos. O ecossistema selvagem se restabelece por si mesmo. As fazendas podem prosperar devido ao valor de trabalho realizado previamente pelo ecossistema selvagem no desenvolvimento do solo. A maioria dos fazendeiros gradualmente esgotam o solo, ainda que este seja fertilizado. A rotação do solo para voltar à sucessão natural se chama usualmente ciclo sem cultivo e é um método para reestruturar o solo.

A agricultura primitiva caracteriza-se por ser de baixa energia, pois usa o trabalho humano e de animais da fazenda sem combustível ou maquinaria elétrica. A agricultura intensiva moderna envolve um grande fluxo de combustível e maquinaria elétrica; usa muita energia para produzir todos os bens e serviços, assim como também o processamento e transporte de produtos. Este tipo de agricultura necessita mais recursos para conseguir maior rendimento (produtos produzidos) por pessoa, por área, e por dólar. Uma das questões mais importantes de nosso tempo é saber se a agricultura será substituída por um sistema que use menos energia. Pensou-se que isto poderia acontecer quando combustíveis e outros recursos fossem insuficientes e necessitassem de muito trabalho para obtê-los.

Há dois séculos, a maioria das fazendas era altamente auto-suficiente com operações familiares. Um granjeiro produzia de acordo com a própria necessidade e somente vendia alguns produtos. Agora, a maioria das pessoas nas cidades compra seus alimentos de mercados altamente diversificados. Estes mercados obtêm alimentos de muitas fazendas intensivas diferentes, cada uma delas especializada e com produção em massa de alguns produtos para venda.

A agricultura intensiva "moderna" usa insumos de alto custo, tais como fertilizantes, máquinas e pesticidas. Não existem sistemas completamente auto-suficientes. Porém, há um progressivo interesse em voltar a métodos menos intensivos usados antigamente. Se isto continua por esse rumo, a aquisição desse tipo de energia (fertilizantes,

serviços, etc.) decrescerá. As fazendas alternarão o uso da terra para que o solo possa reabastecer-se de nutrientes.
Os tipos mais importantes de agro-ecossistemas mundiais podem ser classificados em três categorias:
a) colheita de raízes (batata, mandioca, cenoura, etc.) que são os alimentos principais em muitos países de latitudes tropicais;
b) colheita de grãos (milho, trigo, aveia, cevada, arroz, centeio) alimentos de maior produção em latitudes temperadas e em climas de monções; e
c) produção de carne (gado, carneiros, aves, etc.) comum em países com economia altamente desenvolvida e em muitos países frios.
A produção de raízes é em sua maioria de carboidratos; estes abastecem o 'combustível' necessário, mas não as proteínas, vitaminas, etc., requeridas para uma dieta balanceada. Os grãos contêm algumas proteínas. A dieta de carnes (como nos Estados Unidos e Europa) contém mais proteínas do que o necessário e, às vezes, são descritas como dietas de luxo.

AUTO-AVALIAÇÃO

A partir da leitura atenta desta aula sou capaz de entender suas idéias básicas? Tive muita dificuldade para responder os exercícios? Ou, posso considerar já dominados os conhecimentos que adquiri sobre Ecologia?

REFERÊNCIAS

ODUM, E. P.; BARRET, G. W. Fundamentos de ecologia. São Paulo: Thomson Learning/Pioneira, 2007.
ODUM, H. T. et al. Environmental systems and public policy. Ecological Economics Program. University of Florida. Gainesville/USA, 1987.
PINTO-COELHO, R. M. Fundamentos em ecologia. Porto Alegre: Artmed, 2000.
ORTEGA, E. (Org.). Engenharia ecológica e agricultura sustentável. Uma introdução à metodologia emergética usando estudos de casos brasileiros. São Paulo: Unicamp, 2003. Disponível em <http://www.unicamp.br/fea/ortega/eco/index.htm>.
RICKLEFS, R. E. A economia da natureza. [Cidade]: Guanabara Koogan, 2003.
TOWSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. Fundamentos em Ecologia. Porto Alegre: Artmed, 2006.